



## Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas

### Vertente Litorânea de Santa Catarina

#### **Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDE**

##### **Expediente:**

*Carlos Moisés - Governador de Santa Catarina*

*Daniela Cristina Reinehr - Vice-governadora de Santa Catarina*

*Henry Uliano Quaresma - Secretário de Estado de Desenvolvimento Econômico de Santa Catarina (SDE)*

*Luiz Eduardo Koslovski Santos - Secretário Adjunto de Estado de Desenvolvimento Econômico de Santa Catarina*

*Celso Lopes de Albuquerque Junior - Secretário Executivo do Meio Ambiente (SEMA/SDE)*

*Leonardo Porto Ferreira - Diretor de Recursos Hídricos e Saneamento*

*Vinícius Tavares Constante - Gerente de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos*

*Frederico Gross - Gerente de Saneamento*

*Gisele de Souza Mori - Gerente de Outorga e Controle*

*Gustavo Antonio Piazza - Consultor em Hidrologia (bolsista FAPESC)*

*Paula Cunha David - Consultora em Hidrologia (bolsista FAPESC)*

*Felipe Quintiere Maia - Consultor em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)*

*Gerly Mattos Sánchez - Consultora em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)*

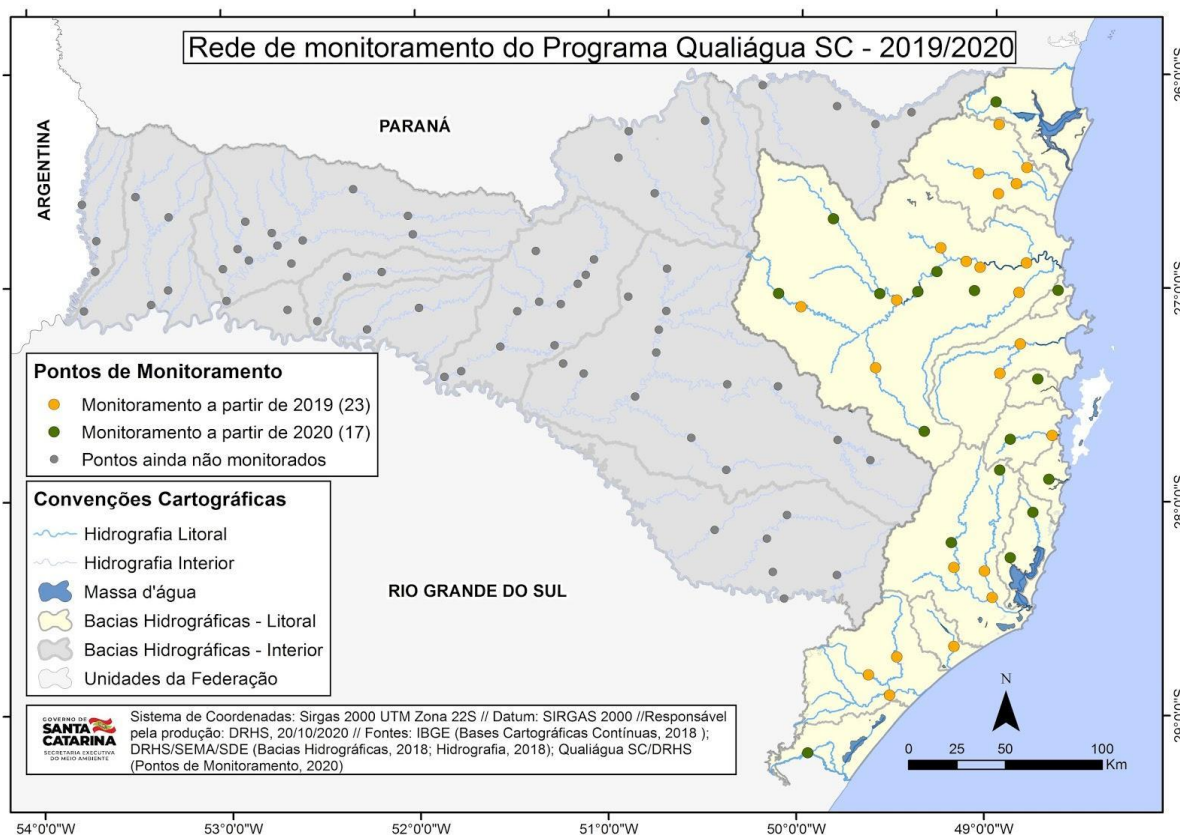
#### **OBJETIVO**

O presente relatório tem o propósito de apresentar de forma acumulativa os resultados das análises de qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, referentes a campanha de monitoramento 01/2020, realizada entre os dias 9 e 18 de março de 2020. O Programa de Monitoramento de qualidade das águas de Santa Catarina (QUALIÁGUA SC) é uma das linhas de ação previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, o qual contribui para a consecução

do objetivo de melhorar a qualidade da água no estado. As informações contidas nas campanhas anteriores podem ser consultadas nos relatórios disponibilizados no site [www.aguas.sc.gov.br](http://www.aguas.sc.gov.br).

## REDE DE MONITORAMENTO - PROGRAMA QUALIÁGUA SC – 2019/2020

Em 2019, a SDE/DRHS iniciou o monitoramento da qualidade das águas da Rede de Monitoramento do Programa **QUALIÁGUA** SC, seguindo diretrizes da Agência Nacional de Águas (ANA). No primeiro ano (2019) foram monitorados 23 pontos. Neste ano (2020), a rede de monitoramento foi ampliada para 40 pontos. Em 2021 a expectativa é que sejam monitorados mais 60 pontos, totalizando 100 pontos em todo o Estado (Figura 1). A duração total do Programa é de 5 anos.



**Figura 1.** Distribuição dos pontos de monitoramento da primeira fase em 2019 (23 pontos) e segunda fase em 2020 (17 pontos), Santa Catarina. Fonte: SEMA/SDE.

Os parâmetros monitorados são: condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) e do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ); turbidez (UNT); oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{O}_2$ ); pH; sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), e sólidos em suspensão ( $\text{mg}/\text{L}$ ); alcalinidade total ( $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{CaCO}_3$ ); cloreto total ( $\mu\text{g}/\text{L}$  de  $\text{Cl}$ ); transparência da água; demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5d,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{O}_2$ ); demanda química de oxigênio ( $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{O}_2$ ); carbono orgânico total ( $\text{mg}/\text{L}$  como  $\text{C}$ ); coliformes termotolerantes ( $n^{\circ}$  de CT/100 mL); clorofila a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ); fósforo solúvel reativo; fósforo total ( $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{P}$ ); nitrato ( $\mu\text{g}/\text{L}$  de  $\text{N}$ ); nitrogênio amoniacal ( $\text{mg}/\text{L}$  de  $\text{N}$ ); e nitrogênio

total (mg/L de N). Esses 21 parâmetros são monitorados trimestralmente, totalizando quatro (04) coletas por ano.

Os resultados são disponibilizados na forma de laudo/relatório, constando informações das análises, memorial fotográfico e comparação com os valores limites apresentados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, tendo em vista a classe de enquadramento para Água Doce. Esses dados integram o Sistema Estadual e Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

## ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

A qualidade das águas foi classificada utilizando um Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA utilizado foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos. Foram definidos nove (09) parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas do Estado de Santa Catarina, sendo eles: coliformes termotolerantes, pH, DBO, nitrogênio total, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

O IQA geral é calculado pelo produtório das notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos respectivos pesos, sendo que os valores variam entre 0 e 100 (VON SPERLING, 2014). O Quadro 1 apresenta a classificação do IQA de acordo com NSF (IGAM-MG). No Brasil o IQA modificado pela CETESB, substitui o Nitrato pelo Nitrogênio total, pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

**Quadro 1.** Classificação do IQA de acordo com NSF (IGAM-MG)

IQA	Faixas	Significado
<b>Ótima</b>	91 < IQA ≤ 100	Águas apropriadas para tratamento convencional.
<b>Boa</b>	71 < IQA ≤ 90	
<b>Razoável</b>	51 < IQA ≤ 70	
<b>Ruim</b>	26 < IQA ≤ 50	Águas impróprias para tratamento convencional, sendo necessários tratamentos avançados.
<b>Péssima</b>	0 < IQA ≤ 25	

Fonte: SDE/SEMA

## RESULTADOS DA CAMPANHA DE MARÇO/2020

As coletas referentes à campanha de março de 2020 ocorreram entre os dias 09 e 18 de março. De acordo com o IQA, dos 40 pontos analisados, 6 apresentaram a classificação Boa (IQA entre 71 e 90), 32 pontos a classificação Razoável (IQA entre 51 e 70) e 2 pontos apresentaram classificação Ruim (IQA entre 26 e 50). Do total, 13 pontos obtiveram parâmetros em desconformidade com a legislação. A Tabela 1 mostra os 13 (treze) pontos que não atendem à Classe 2 prevista na Resolução CONAMA nº357/2005. A maior parte das desconformidades está relacionada ao parâmetro de coliformes termotolerantes. A lista completa dos pontos monitorados é apresentada no Anexo I.

**Tabela1.** Classificação do IQA para a campanha de março de 2020 e comparação com a Resolução Conama nº 357/2005.

Ponto	Município	Nome do Rio	IQA	Cor IQA	CONAMA 357/05 - Laudo Técnico
P1	SC-7758-I-1	Rio Araranguá	61	Razoável	Não atende (pH)
P2	SC-7757-I-3	Urussanga	51	Razoável	Não atende (pH)
P3	SC-7758-I-4	Mãe Luzia	52	Razoável	Não atende (pH)
P4	SC-7756-I-2	Tubarão	65	Razoável	Não atende (cloreto)
P6	SC-7755-I-12	Cubatão	60	Razoável	Não atende (cloreto, sólidos dissolvidos totais)
P10	SC-7754-I-10	Itajaí do Oeste	67	Razoável	Não atende (DBO)
P11	SC-7754-I-20	Itajaí-Mirim	49	Ruim	Não atende (coliformes termotolerantes e fósforo total)
P14	SC-7754-I-12	Itajaí-Açu	54	Razoável	Não atende (Turbidez)
P17	SC-7752-I-2	Itapocu	60	Razoável	Não atende (Coliformes termotolerantes)
P18	SC-7752-I-1	Itapocu	63	Razoável	Não atende (Coliformes termotolerantes, DBO, fósforo total)
P19	SC-7752-I-4	Piraí	58	Razoável	Não atende (Coliformes termotolerantes)
P34	SC-7751-R-26	Cubatão (norte)	62	Razoável	Não atende (Coliformes termotolerantes)
P40	SC-7755-I-18	Camboriú	40	Ruim	Não atende (Coliformes termotolerantes, fósforo total, oxigênio dissolvido)

De acordo com o Mapa do IQA (Figura 2), os pontos com a qualidade Ruim localizam-se nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Itajaí e Camboriú,



enquanto os com Boa qualidade encontram-se distribuídos em quatro UPGs: Araranguá, Tubarão, Cubatão e Tijucas.

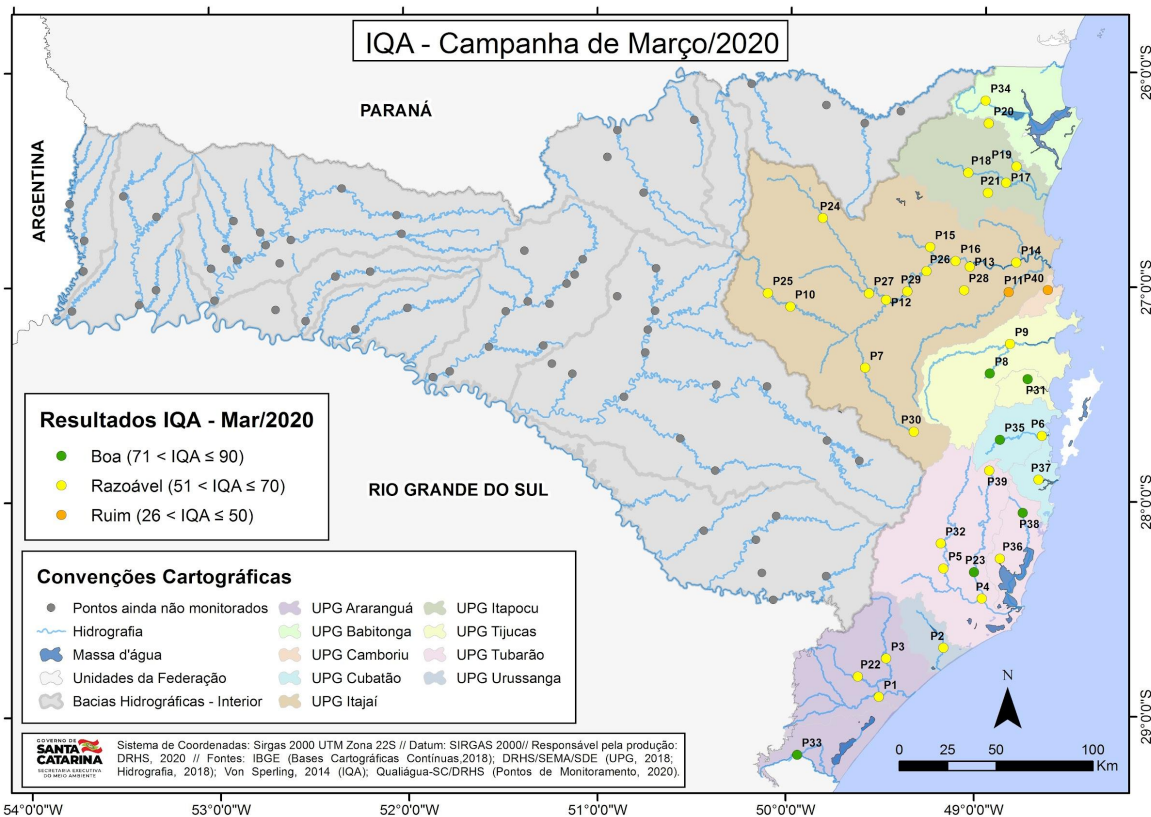


Figura 2. Mapa com os resultados do IQA, campanha 01/2020.

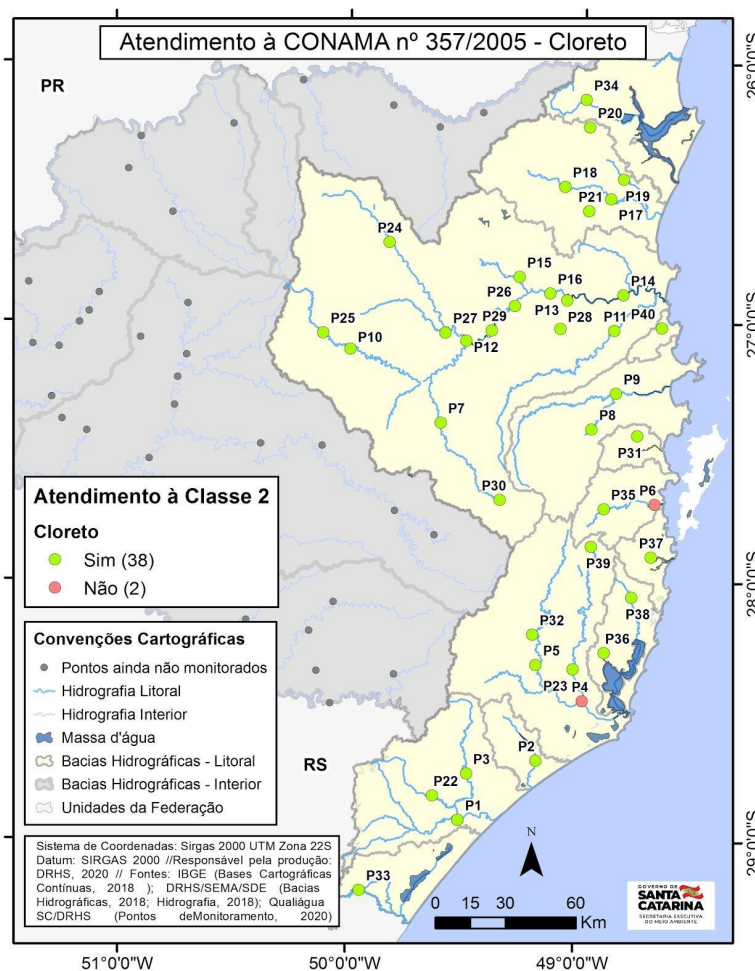
De forma adicional, foram analisados de forma temporal quatro (04) parâmetros, sendo eles: Cloreto (Cl<sup>-</sup>), Coliformes termotolerantes, Oxigênio Dissolvido (OD) e Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Os gráficos a seguir mostram a dinâmica temporal das concentrações desses parâmetros levantados durante as campanhas do QUALIÁGUA SC, desde o início do monitoramento, assim como o limite de atendimento da Resolução CONAMA nº357/2005 para Classe 2 (Quadro 2).

Quadro 2. Limites de concentração dos parâmetros selecionados na Resolução CONAMA nº 357/05.

Parâmetro	Unidade	Classe 2
Cloreto total	mg/L	≤ 250 mg/L
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	≤ 1000 NPM/100mL
Nitrato	mg/L	≤ 10 mg/L
Oxigênio dissolvido	mg/L	≥ 5 mg/L

## Cloreto Total

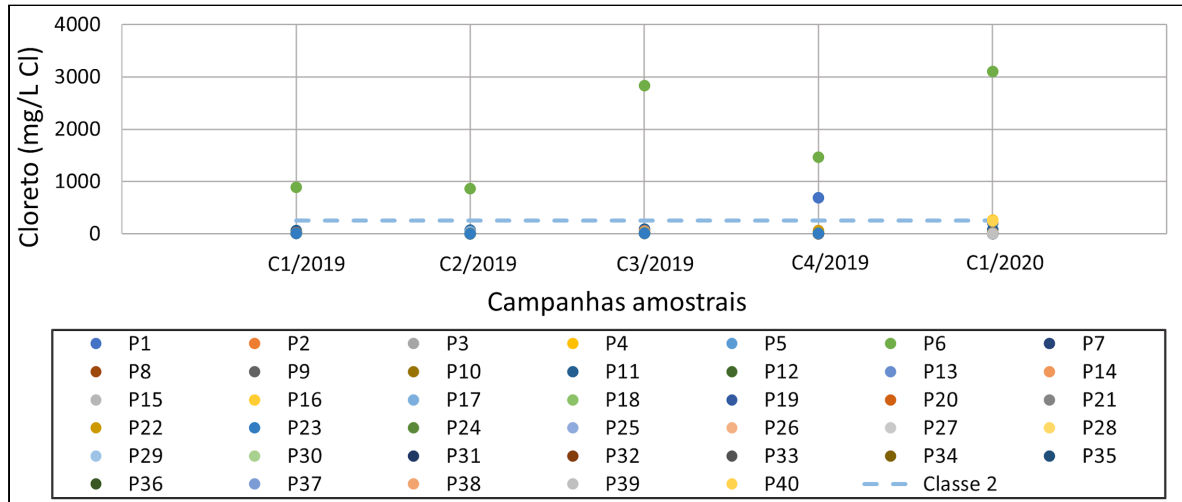
Em meio natural, o cloreto (Cl-) pode ser oriundo da dissolução de minerais, da intrusão de água marinha ou da proveniência de despejos de efluentes (domésticos, industriais ou de irrigação) (VON SPERLING, 2005). A Figura 3 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.



**Figura 3.** Mapa com os resultados do parâmetro cloreto, campanha 01/2020.

Ao longo das coletas do QUALIÁGUA SC houve registros sistemáticos de concentrações superiores ao limite estabelecido no artigo 15 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (250,0 mg.L-1) no ponto de Palhoça (P6), como pode ser observado no Gráfico 1, possivelmente relacionado à intrusão da cunha salina.

**Gráfico 1.** Avaliação histórico-temporal do parâmetro Cloreto total - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

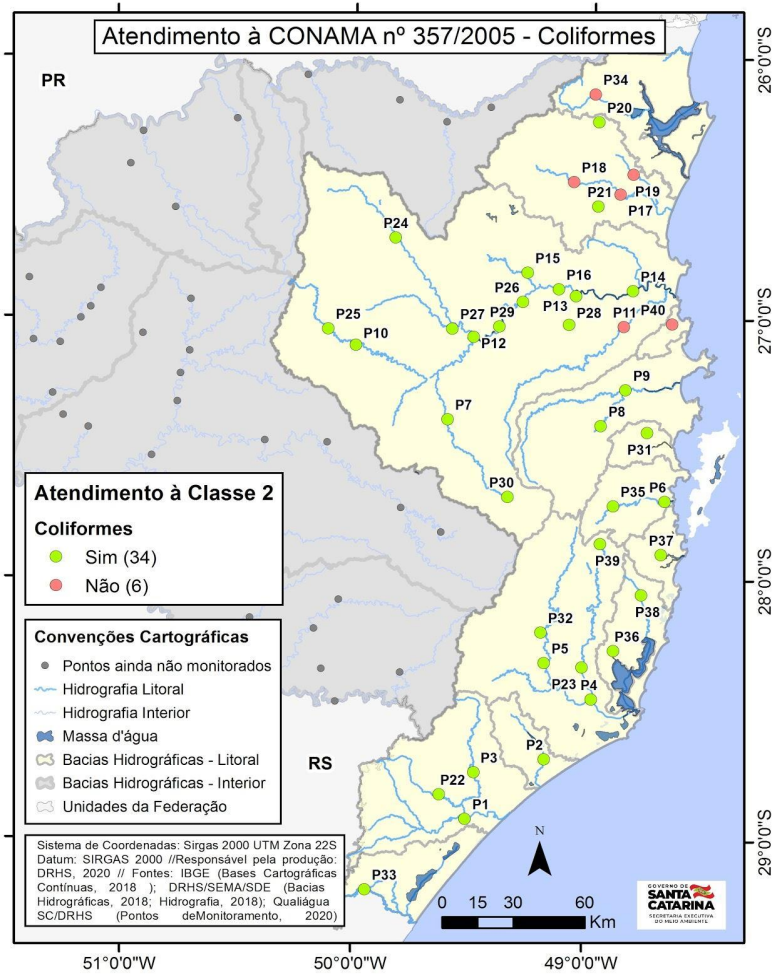
Para a campanha de Março/2020, além do ponto de Palhoça, o ponto de Tubarão (P4) também apresentou desconformidade. Considerando a localização desses pontos (foz dos rios), os elevados índices podem ser atribuídos ao avanço da cunha salina em função da redução de vazão decorrente da estiagem no território catarinense nesse período.

### Coliformes Termotolerantes

Os indicadores de contaminação fecal pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. Nas coletas de monitoramento do QUALIÁGUA SC houve registro de concentrações superiores a 1000 NMP/100mL, limite na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (Art. 15). A Figura 4 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Valores acima do padrão foram identificados preliminarmente, na campanha de Setembro/2019 em cinco pontos (todos na Bacia Hidrográfica do Cubatão Norte).

Na primeira campanha de 2020, os pontos em Joinville (P20) e Guaramirim/Massaranduba (P21), que estavam em desconformidade na campanha 04/2019 (Dez/2019) passaram a atender ao critério, ao passo que os pontos Brusque (P11), Guaramirim (P17), Jaraguá do Sul (P18) e Joinville (P19) apresentaram valores acima do estabelecido pela CONAMA. O resultado do ponto de Brusque, em especial, foi quase cinco vezes superior ao verificado em dezembro/2019. Dos novos pontos monitorados a partir de 2020, os pontos P34 (Joinville) e P40 (Camboriú) também apresentaram valores em desconformidade.

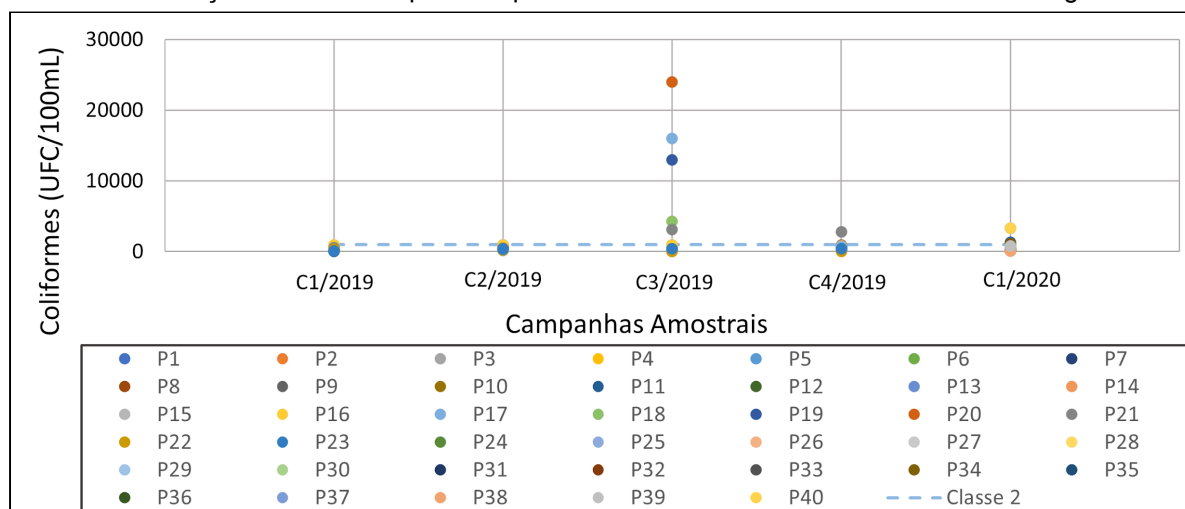


**Figura 4.** Mapa com os resultados do parâmetro coliformes termotolerantes, campanha de 01/2020.

Os elevados índices de coliformes nos pontos mencionados estão possivelmente relacionados a lançamentos de esgotos domésticos, aliados à baixa vazão dos cursos d'água, que compromete a diluição dos efluentes. O Gráfico 2 apresenta a evolução histórico temporal dos coliformes termotolerantes para os pontos monitorados.



**Gráfico 2.** Avaliação histórico-temporal do parâmetro Coliformes termotolerantes - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

### Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é o principal elemento no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas. Nas águas naturais, o OD é indispensável para a sobrevivência de organismos vivos, especialmente peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações na água inferiores a 4,0 mg.L-1. O valor baixo para o oxigênio dissolvido em um corpo d'água pode ser um indicativo de lançamentos de efluentes ricos em matéria orgânica (como esgotos domésticos) que, ao ser depurado ao longo do rio consome o oxigênio dissolvido da água. A Figura 5 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Nas coletas das campanhas de 2019 não houve registros de concentrações inferiores a 5,0 mg.L-1, limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 (Art. 15). Contudo, nesta primeira campanha de 2020 o ponto de Camboriú (P40) apresentou valor abaixo (1,3 mg.L-1) do padrão (5,0 mg.L-1).

Por ser a primeira vez que este ponto é monitorado (grupo de novos pontos que integraram a rede em 2020), é preciso aguardar novas campanhas para poder confirmar a situação verificada nesta localidade. O Gráfico 3 apresenta a evolução histórico temporal do oxigênio dissolvido para os pontos monitorados.

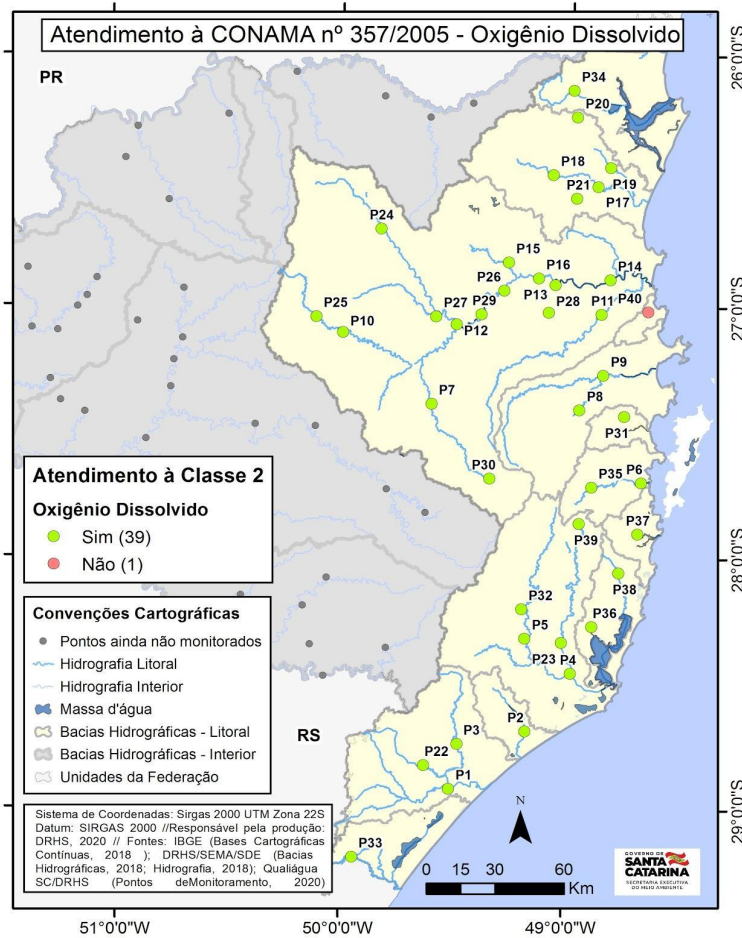
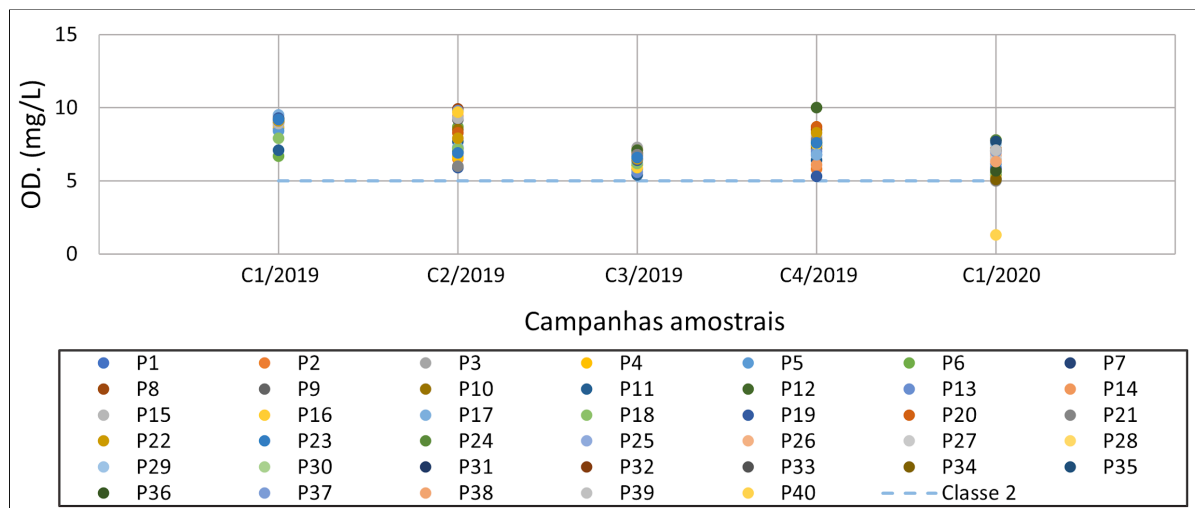


Figura 5. Mapa com os resultados do parâmetro oxigênio dissolvido, campanha de março de 2020.

Gráfico 3. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Oxigênio Dissolvido - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

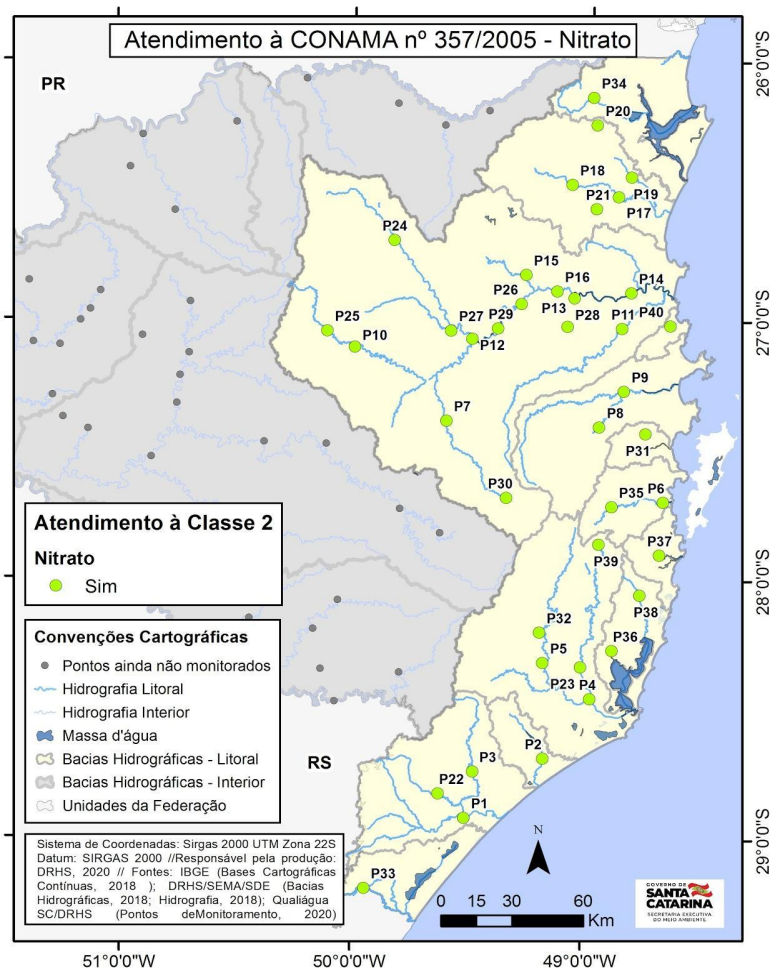
Percebe-se com o Gráfico 3 que a média dos valores foi baixa, próximo ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, para todos os pontos. Esta

queda pode ser explicada, em parte, pela baixa vazão dos rios, fruto do período de estiagem que vive o estado desde junho/2019.

### Nitrato

O nitrogênio é um nutriente presente em diferentes tipos de águas e em diferentes formas (nitrito, nitrato, amônio). A Figura 6 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Até o momento, resultados do QUALIÁGUA SC apresentaram concentrações de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) não superiores às concentrações limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Art. 15). No entanto, uma dinâmica sazonal foi identificada, possivelmente associada ao calendário agrícola do estado, associado a aplicação de fertilizantes (orgânicos ou sintéticos).

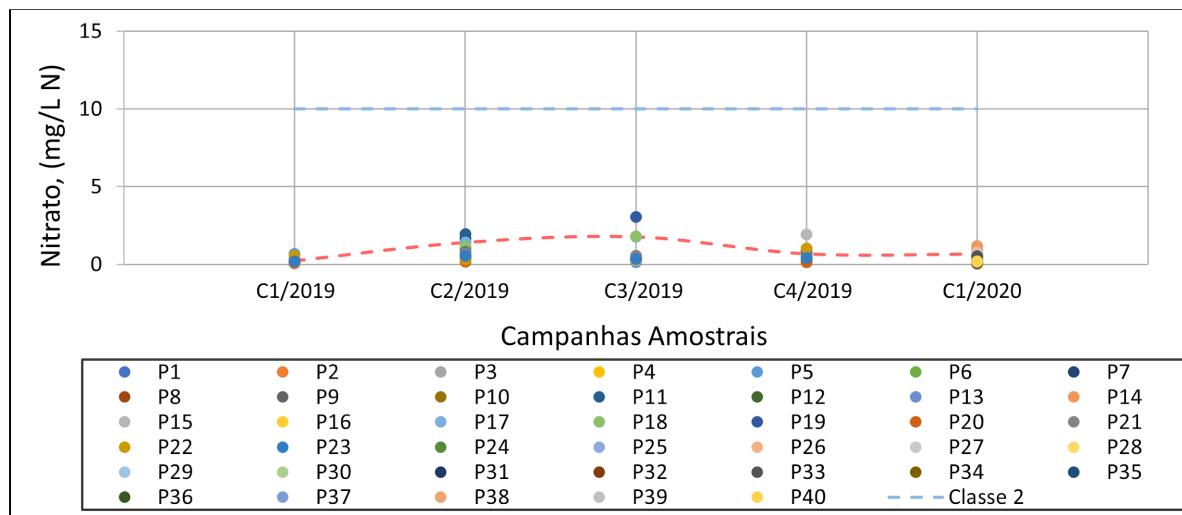


**Figura 6.** Mapa com os resultados do parâmetro oxigênio dissolvido, campanha de março de 2020.

É possível identificar no Gráfico 4 (linha vermelha) a dinâmica comentada acima, que tem como época para preparação do plantio das culturas nos meses de março a abril, com adubação e controle nos meses seguintes, sendo que o pico de concentração desse elemento ficou evidenciado ao longo de 2019. Espera-se que

com o monitoramento continuado, possa ser corroborada essa dinâmica, nas campanhas seguintes do ano de 2020.

**Gráfico 4.** Avaliação histórico-temporal do parâmetro Nitrato - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

## SITUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - CLASSE 2

A situação da qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, com base nos resultados obtidos na campanha de Março/2020, indica que a maior parte da rede de monitoramento está em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação vigente, como pode ser observado na Figura 3.

No total são 17 pontos que atendem à Classe 2 exigida pela CONAMA e 23 pontos que não atendem a pelo menos um dos parâmetros analisados. As desconformidades estão distribuídas em quase toda a vertente atlântica.



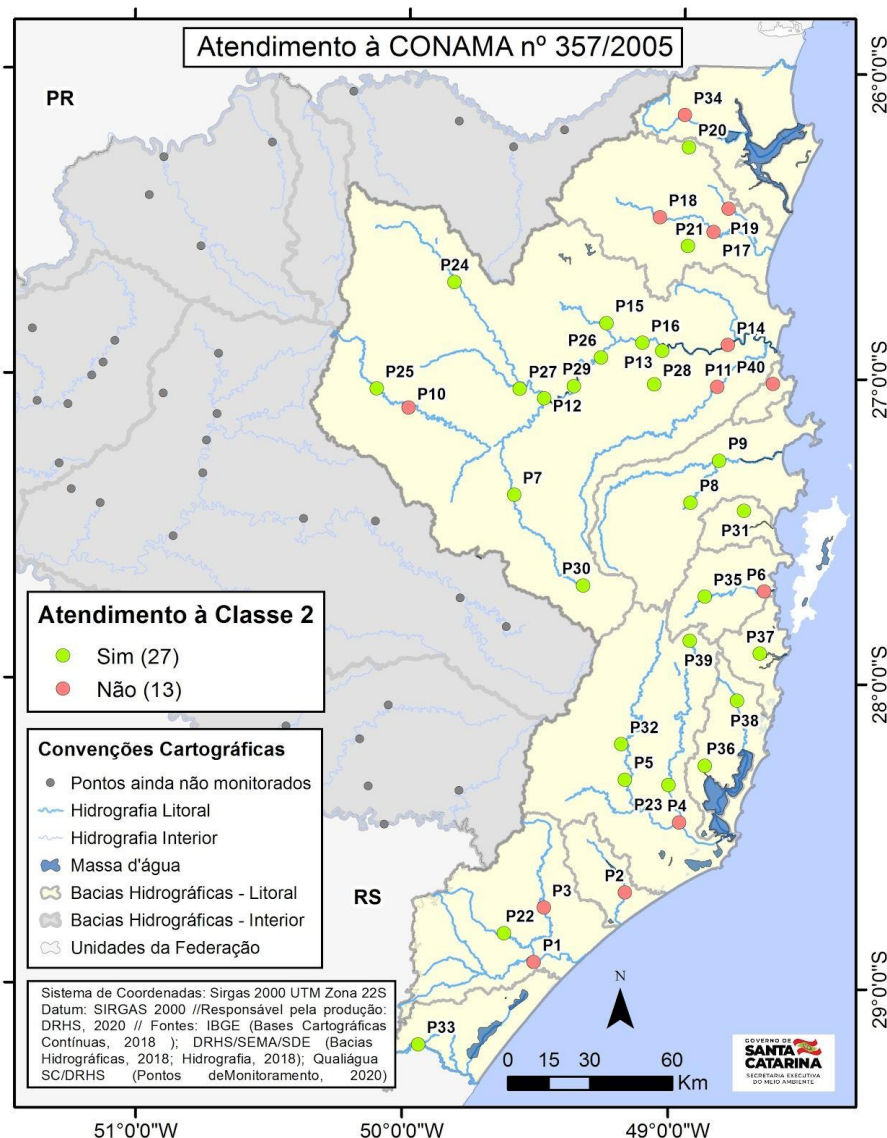


Figura 3. Mapa do atendimento à Resolução CONAMA nº357/2005.

No que se refere aos quatro parâmetros selecionados para acompanhamento dos resultados, registraram-se dois pontos com o Cloreto (Cl-) com divergência em relação à CONAMA, assim como seis pontos com Coliformes (Figura 4), dois com DBO (Figura 5) e um ponto com o Oxigênio Dissolvido (Figura 6) com resultados que não atenderam aos limites para Classe 2. Os resultados de Nitrato (NO<sub>3</sub>-) foram satisfatórios, com todos os pontos monitorados em conformidade com a normativa (Figura 7).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de dados analisados nesta campanha demonstra que a qualidade da água na maioria dos pontos da vertente litorânea não atendeu a um ou mais padrões estabelecidos para Classe 2.

Tendo em vista os parâmetros estipulados pela CONAMA nº 357/2005, 13 (treze) pontos não atenderam à Classe 2 referente à água doce, sendo eles P1, P2, P3, P4, P6, P10, P11, P14, P17, P18, P19, P34, P40 (Tabela 2). Destacam-se os pontos P2 e P3 por não atenderem a referida resolução em razão do pH, associados a influência histórica da região tendo em vista de processos de mineração, e suscetíveis ao fenômeno de drenagem ácida. Ademais, os pontos P11, P18 e P40, por apresentaram teores de fósforo total acima do recomendado, possivelmente resultantes da baixa vazão durante a estiagem prolongada presente no mês de março.

A qualidade global das águas, avaliadas pelo IQA, apresentou 80% dos pontos classificados na condição Razoável, indicando necessidade de ações de controle e fiscalização tanto das fontes poluidoras pontuais quanto das difusas. Embora a maioria dos cursos d'água analisados tenha apresentado classificação razoável, existem cursos d'água com qualidade Ruim, de acordo com o IQA: os rios Itajaí-Mirim (P11) e Camboriú (P40), localizados na Região Hidrográfica Itajaí (RH7). Os rios que apresentaram condição Boa (15%) estão distribuídos em diferentes regiões hidrográficas.

O monitoramento contínuo da qualidade da água é necessário para que a efetividade e o avanço do processo de gestão de recursos hídricos sejam alcançados. A construção da série histórica de dados possibilita a compreensão acerca da evolução da qualidade da água e a identificação das medidas necessárias para atingimento de metas estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

Anexo I: Lista dos pontos de monitoramento

Ponto	Município	IQA	Atendimento CONAMA 357/05 - Laudo Técnico
P1	Araranguá	61	Não
P2	Içara	51	Não
P3	Forquilha	53	Não
P4	Tubarão	65	Não
P5	São Ludgero	65	Sim
P6	Palhoça	60	Não
P7	Ituporanga	62	Sim
P8	Major Gercino	71	Sim
P9	São João Batista	62	Sim
P10	Taió	67	Não
P11	Brusque	49	Não
P12	Ibirama	65	Sim
P13	Blumenau	68	Sim
P14	Ilhota	54	Não
P15	Timbó	66	Sim
P16	Blumenau	68	Sim
P17	Guaramirim	60	Não
P18	Jaraguá do Sul	63	Não
P19	Joinville	58	Não
P20	Joinville	67	Sim
P21	Guaramirim/Massaranduba	61	Sim
P22	Meleiro	65	Sim
P23	Gravatal	71	Sim

P24	Itaiópolis	64	Sim
P25	Taió	68	Sim
P26	Indaial	68	Sim
P27	Ibirama	66	Sim
P28	Blumenau	70	Sim
P29	Apiúna	69	Sim
P30	Alfredo Wagner	66	Sim
P31	Biguaçu	71	Sim
P32	Braço do Norte	69	Sim
P33	São João do Sul	72	Sim
P34	Joinville	62	Não
P35	Santo Amaro da Imperatriz/Águas Mornas	73	Sim
P36	Imaruí	66	Sim
P37	Paulo Lopes	70	Sim
P38	Paulo Lopes	72	Sim
P39	São Bonifácio	68	Sim
P40	Camboriú	40	Não